

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：16301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26630231

研究課題名(和文) 全球プラスチック漂着ゴミ量把握に向けた人工衛星画像解析アルゴリズムの開発

研究課題名(英文) Development of an algorithm for estimating the global amount of marine plastic debris on beaches using satellite images

研究代表者

日向 博文(Hinata, Hirofumi)

愛媛大学・理工学研究科・教授

研究者番号：70272680

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：Worldview-2(Wv2)画像がもつ可視光域から近赤外域までの波長域におけるプラスチックのスペクトルを把握するため、ハイパースペクトルカメラ(以下HSC)を用いた撮影実験を実施した。撮影実験は国総研屋上(標高12m)から真下にHSCを向けて行った。撮影実験にはNH-7(EBA JAPAN社製)を使用した。被写体は木片、海岸砂の上に設置したポリプロピレン(PP)とポリスチレン(PE)である。RGBの3バンドを使用してプラスチックを検出した場合、PPおよびPEが検出可能であるが背後の海砂もプラスチックとして検出されるが、Wv2の8バンドを使用した場合、海砂の誤検知はほとんど起きなかった。

研究成果の概要(英文)：We developed an algorithm for detecting pixels of marine plastic debris from the 8-band multispectral satellite (Worldview-2) image by an experiment with a hyperspectral camera. In the experiment, the hyper spectra of two types of plastics (i.e., polypropylene (PP) and polystyrene (PS)) were obtained. From the hyper spectra of PP and PS, we created the 8-band multispectral image and generated color references for detecting PP and PS from the 8-band multispectral image. Consequently, we can successfully detect the pixels of PP and PS from the 8-band multispectral image.

研究分野：水工水理学

キーワード：海洋プラスチック 人工衛星 近赤外

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海洋生態系への悪影響が懸念されている大きさ 5mm 以下のマイクロ・プラスチック (micro plastic; 以下, MP) は, 主としてそれよりも大きなプラスチック製品が海岸における熱・紫外線で劣化することで発生する. もし地球上の全海岸でのプラスチック漂着量を把握できれば, 将来発生するであろう MP の発生量予測や発生抑制対策に資する.

2. 研究の目的

本研究では, 地球上の海岸におけるプラスチック漂着量の総量把握を将来の目標に掲げ, マルチスペクトル人工衛星 (Worldview-2) 画像を解析することを念頭におき, ハイパースペクトルカメラを用いた撮影実験を行うことで, プラスチックを識別するためのアルゴリズムを開発する.

3. 研究の方法

(1) プラスチックのスペクトルの取得

まずWorldview-2画像がもつ可視光域から近赤外域までの波長域 (表-1) におけるプラスチックのスペクトルを把握するため, ハイパースペクトルカメラ (hyper spectrum camera; 以下, HSC) を用いた撮影実験を2015年3月12日に実施した. 撮影実験は国総研屋上 (標高12 m) から真下にHSCを向けて行った. 図-1(a)が撮影された画像である. 撮影実験に使用したハイパースペクトルカメラ (NH-7, EBA JAPAN) の仕様を表-2に示す. 被写体は木版 (図-1(a)中の左) と海岸砂 (図-1(a)中の右) の上に設置したポリプロピレン (PP) とポリスチレン (PS) である (図-1(a)). PP 及びPSの反射率のスペクトルを図-2に示す.

表-1 Worldview-2 のセンサーバンド

Symbol	Name	Band	Symbol	Name	Band
V1	Coastal	400-450 nm	V5	Red	630-690 nm
V2	Blue	450-510 nm	V6	Red edge	705-745 nm
V3	Green	510-580 nm	N1	Near-IR1	770-895 nm
V4	Yellow	585-625 nm	N2	Near-IR2	860-1040 nm

* V: Visible light region, N: Near-infrared region

表-2 NH-7 の仕様

Image resolution	1280 px. × 1024 px.
Wavelength range	350-1100 nm
Wavelength sampling interval	5 nm
Viewing angle	22.5°
Weight	850 g

一般に, HSCで得られた生のスペクトル値は, HSCの性能及び光の当たり具合により変動する. そのため, ここでは撮影時に被写体の近くに標準白板を設置し (図-1(a)), 生のスペクトル値を標準白板のスペクトルで規格化することで, 反射率のスペクトルを計算している. また, 図-2中にはPP及びPSの標準スペクトルを知るため, 屋内実験での撮影実験で得られた反射率のスペクトルを示している (図-2中の灰色実線).

PSは可視光域と近赤外域のいずれの波長域においても特異的なスペクトル形状は確認できず, どの波長域でも同等の反射率を有していた. これに対して, PPは可視光域では波長が長くなるに従い, スペクトルが増加もしくは減少する単調なスペクトル形状であったが, 近赤外域では770 nm及び940 nm付近で反射率が急激に低下することがわかった. なお, PPのスペクトルは設置環境に依存し, 波長が長くなるに従い, 木版上に設置した場合のスペクトル値は単調に増加し, 海岸砂上に設置した場合のそれは単調に減少している. これはPPが光を透過し, 木版や海岸砂のスペクトルの影響を受けているためである.

(2) プラスチック検出アルゴリズム

Worldview-2は表-1に示す8バンドのマルチスペクトル画像であるため, 図-2のような高分解能なスペクトルは得られない. そこで,

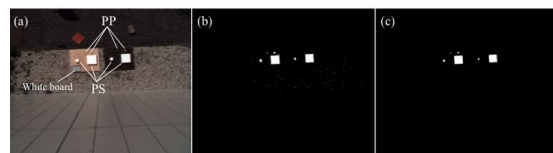


図-1 屋外実験で取得した画像(a)及びプラスチックの検出結果 (3 バンドを対象とした場合(b), 8 バンドを対象とした場合(c))

本研究では実験で得られた反射率のスペクトルから次式で各バンドの平均値を計算し、擬似的にマルチスペクトル画像を作成した。

$$S_m = \int_{I_{\min}}^{I_{\max}} S(x, y, z) dz / \Delta I$$

ここで、 S_m は各バンドのスペクトル値であり、 $S(x, y, z)$ はHSCで得られたハイパースペクトルである。 x 及び y は画素座標、 z は波長で

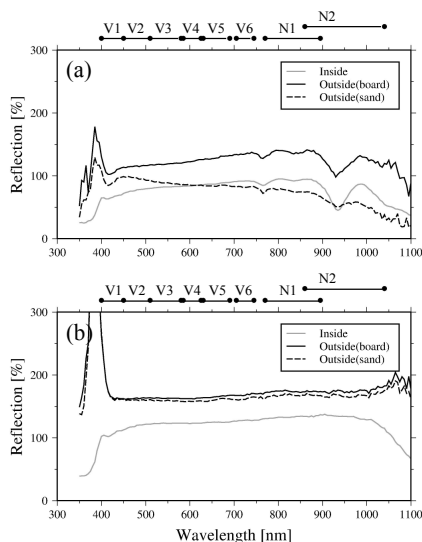


図-2 PP(a)及び PS(b)のハイパースペクトル。各図の上部に Worldview-2 のセンサーバンドを示す。

ある。 I_{\min} 及び I_{\max} はそれぞれ各バンドの最小値と最大値であり、 ΔI はバンド幅である。作成したマルチスペクトル画像からプラスチック検出のためのリファレンスを作成するため、各バンドにおけるPP及びPSの平均値 \bar{S}_m と標準偏差 s_m を計算した。もし各画素において対象バンドのスペクトル値が $\bar{S}_m \pm 3s_m$ の範囲であるとき、その画素をプラスチックとして識別する。

4. 研究成果

RGBの3バンド(すなわち、表-1中のV2, V3, V5)を対象としてプラスチックを検出した結果を図-1(b)に示す。PP及びPSは検出できているが、その周囲にある白い砂利もプラスチックとして誤検出されている。一方、Worldview-2が保持する全8バンドを対象とし

てプラスチックを検出した結果を図-1(c)に示す。図-1(b)では誤検出されていた砂利が除去され、プラスチックのみを検出することに成功した。このことから、3バンドではプラスチックか否かが識別不可能な被写体(例えば、白い砂利)であっても、8バンドを対象とすることで、プラスチックのみを検出することができる。今後本手法を人工衛星画像に適用して、プラスチック漂着量の評価を実施していきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Hinata, H., Kataoka, T., A belt transect setting strategy for mark-recapture experiments to evaluate the 1D diffusion coefficient in the cross-shore direction, Marine Pollution Bulletin (in press). (査読有)

Kataoka, T., Hinata, H., Kato, S., Backwash process of marine macroplastics from a beach by nearshore currents around a submerged breakwater, Marine Pollution Bulletin, 101, 539-548, 2015. (査読有)

Kataoka, T., Hinata, H., Evaluation of beach cleanup effects using linear system analysis, Marine Pollution Bulletin, 91, 73-81, 2015. (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

小澤史, 日向博文, 広島湾・安芸灘海岸におけるマイクロプラスチックの動態推定, 土木学会四国支部技術研究発表会, 2016年5月28日, 高知工科大学(高知県香南市)。

森啓太, 山本翼, 日向博文, 新島和田浜海岸における微小木片とプラスチックフロートの滞留時間について, 土木学会四国支部技術研究発表会, 2016年5月28日, 高知工科大学(高知県香南市)。

片岡智哉, 日向博文, 漂着プラスチック滞留時間計測のための調査区画設定方法について, 日本海洋学会2016年春季大会, 2016年3月15日, 東京大学(東京都文京区)。

片岡智哉, 日向博文, 加藤茂, 海浜流による海岸漂着プラスチックの再漂流過程, 日本海洋学会2016年春季大会, 2016年3月15日, 東京大学(東京都文京区)。

森啓太, 山本翼, 日向博文, 新島和田浜海岸における微小木片の動態について,

日本海洋学会 2016 年春季大会 ,2016 年 3 月 15 日 , 東京大学 (東京都文京区).
Kataoka, T., Kako, S., Murray, C.C., Plybon, C., Murphy, T.A., Hinata, H., Isobe, A., Techniques for quantifying the accumulation of marine debris on beaches, Workshop on Mission Concepts for Marine Debris Sensing, 19/1/2016, University of Hawaii (Honolulu, Hawaii, USA).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cee.ehime-u.ac.jp/~kaigan/hinata/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

日向博文 (HINATA, Hirofumi)
愛媛大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号 : 7 0 2 7 2 6 8 0

(2)研究分担者

片岡智哉 (KATAOKA, Tomoya)
国土技術政策総合研究所・沿岸海洋・防災
研究部・研究官
研究者番号 : 7 0 5 5 3 7 6 7

(3)連携研究者

青木伸一 (AOKI, Shinichi)
大阪大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号 : 6 0 1 5 9 2 8 3

加藤茂 (KATO, Shigeru)
豊橋技術科学大学・大学院工学系研究科・
教授
研究者番号 : 4 0 3 0 3 9 1 1